

THERMOELECTRIC COOLING MODULE

Patent number: RU2117362
Publication date: 1998-08-10
Inventor: KAMENSKIJ V T
Applicant: OE BJURO NORD;; SP KT
Classification:
- international: H01L35/28
- european:
Application number: RU19960104497 19960312
Priority number(s): RU19960104497 19960312

Report a data error here

Abstract of RU2117362

FIELD: thermoelectric devices primarily used under multiple thermal cycling conditions. **SUBSTANCE:** module has semiconductor circuits of n and p polarities of conductivity interconnected by switching buses. Each switching bus mounted on at least one heat-transfer plate is connected to the latter by means of thermal contact joint made of layer of flexible adhesive compound. Use may be made, for example, of high-heat conducting silicone resin, grade RTV, compound-8 layer thickness is to be better chosen between 5 and 30 mcm. **EFFECT:** improved cooling efficiency of module. 5 cl, 5 dwgu

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 117 362** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **H 01 L 35/28**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 96104497/25, 12.03.1996

(46) Дата публикации: 10.08.1998

(56) Ссылки: GB, 1025697 A, 1966. EP, заявка, 0592044 A1, 1994. Вайнер А.Л., Каскадные термоэлектрические источники холода. - М.: Советское радио, 1976 г., с.81 и 82. SU, 453538 A, 1974. EP, 0117743, 1984. GB, 1030923, 1966.

(71) Заявитель:
Специализированное
конструкторско-технологическое бюро "Норд"

(72) Изобретатель: Каменский В.Т.

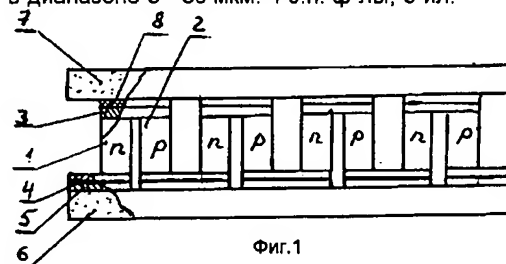
(73) Патентообладатель:
Специализированное
конструкторско-технологическое бюро "Норд"

(54) ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОХЛАЖДАЮЩИЙ МОДУЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к термоэлектрическим устройствам и может быть использовано в термоэлектрических охлаждающих модулях, эксплуатируемых преимущественно в условиях многократного термоциклирования. Модуль содержит полупроводниковые ветви n- и p-типов проводимости, соединенные коммутационными шинами. Каждая коммутационная шина, расположенная по крайней мере на одной теплообменной пластине, присоединена к ней посредством теплоконтактного соединения, выполненного в виде слоя, изготовленного из упругого

клеевого компаунда. Например, может быть использована высокотеплопроводная силиконовая резина марки RTV. Толщину слоя компаунда-8 предпочтительно выбирать в диапазоне 5 - 30 мкм. 4 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг.1

RU 2 117 362 C1

RU 2 117 362 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 117 362** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **H 01 L 35/28**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 96104497/25, 12.03.1996

(46) Date of publication: 10.08.1998

(71) Applicant:
Spetsializirovannoe
konstruktorsko-tehnologicheskoe bjuro "Nord"

(72) Inventor: Kamenskij V.T.

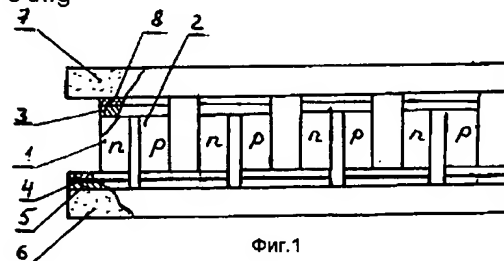
(73) Proprietor:
Spetsializirovannoe
konstruktorsko-tehnologicheskoe bjuro "Nord"

(54) **THERMOELECTRIC COOLING MODULE**

(57) Abstract:

FIELD: thermoelectric devices primarily used under multiple thermal cycling conditions. SUBSTANCE: module has semiconductor circuits of n and p polarities of conductivity interconnected by switching buses. Each switching bus mounted on at least one heat-transfer plate is connected to the latter by means of thermal contact joint made of layer of flexible adhesive compound. Use may be made, for example, of high-heat conducting silicone resin, grade RTV, compound-8 layer thickness is to be

better chosen between 5 and 30 mcm. EFFECT: improved cooling efficiency of module. 5 cl, 5 dwg



RU 2 117 362 C1

RU 2 117 362 C1

термоэлектрическим устройствам и может быть использовано в термоэлектрических охлаждающих модулях, эксплуатируемых преимущественно в условиях многократного термоциклирования.

Известен термоэлектрический охлаждающий модуль, содержащий полупроводниковые ветви п- и р-типов проводимости, соединенные коммутационными шинами, которые присоединены к теплообменным пластинам [1]. В известном модуле полупроводниковые ветви выполнены в форме параллелепипедов, расположенных параллельно, а коммутационные шины по торцам соединяют ветви в последовательную электрическую цепь, при этом коммутационные шины нанесены на поверхности керамических теплообменных пластин гальваническим способом.

Недостатком известного термоэлектрического охлаждающего модуля является низкая эксплуатационная надежность вследствие недостаточной механической прочности керамических пластин, ослабленных пазами на поверхностях пластин, образующимися при изготовлении коммутационных соединений. Кроме того, гальваническое присоединение коммутационных шин к керамической пластине не обеспечивает достаточно прочного сцепления.

Известен каскадный термоэлектрический охлаждающий модуль, содержащий термоэлектрические батареи, расположенные на разделительных теплообменных пластинах, причем каждая термоэлектрическая батарея состоит из полупроводниковых ветвей п- и р-типов проводимости, соединенных коммутационными шинами [2].

Известный каскадный модуль имеет низкую надежность при многократном термоциклировании, что обусловлено возникновением некомпенсированных термомеханических напряжений в теплоконтактных соединениях разделительных теплообменных пластин.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является термоэлектрический охлаждающий модуль, содержащий полупроводниковые ветви п- и р-типов проводимости, соединенные коммутационными шинами, которые присоединены соответственно к охлаждающей и к теплоотводящей теплообменной пластине [3]. В известном модуле ветви расположены параллельно, а их торцевые поверхности размещены в одной плоскости. При изготовлении модуля проводят предварительную металлизацию отдельных участков теплообменных пластин в соответствии со схемой расположения коммутационных шин, которые затем припаивают к торцевым поверхностям ветвей и к нанесенным слоям металла, получая таким образом систему неразъемных жестких теплоконтактных соединений.

Недостатком известного термоэлектрического охлаждающего модуля является низкая эксплуатационная надежность при работе в условиях многократного термоциклирования. При резком изменении температуры возникают

напряжения в неразъемных, жестких соединениях, обусловленные различием коэффициентов термического расширения материалов сопрягаемых узлов модуля. При термоциклировании в теплоконтактных соединениях появляются микротрещины, что, в свою очередь, приводит к ухудшению параметров модуля и выходу его из строя. Кроме того, известный модуль имеет высокую стоимость вследствие того, что присоединение коммутационных шин к теплообменной пластине сопряжено с выполнением ряда дорогостоящих операций.

Технический результат изобретения - повышение эксплуатационной надежности термоэлектрического охлаждающего модуля, работающего в условиях многократного термоциклирования, и одновременно - снижение стоимости модуля.

Для достижения технического результата в термоэлектрическом охлаждающем модуле, содержащем полупроводниковые ветви п- и р-типов проводимости, соединенные коммутационными шинами, которые присоединены соответственно к охлаждающей и теплоотводящей теплообменной пластине, каждая из коммутационных шин, расположенных по крайней мере на одной из теплообменных пластин, присоединена к ней посредством теплоконтактного соединения, выполненного в виде слоя упругого клеевого компаунда, при этом предпочтительно следующее: компаунд выполнять из высокотеплопроводной силиконовой резины; компаунд выполнять из высокотеплопроводного вещества на силиконовой основе; толщину слоя компаунда выбирать в диапазоне 5 - 30 мкм; при помощи теплоконтактных соединений присоединять коммутационные шины, расположенные на охлаждающей теплообменной пластине; посредством теплоконтактного соединения присоединять каждую коммутационную шину, входящую в состав модуля; в каскадном модуле при помощи теплоконтактных соединений присоединять коммутационные шины, расположенные на противоположных поверхностях разделительной теплообменной пластины.

В предлагаемом термоэлектрическом охлаждающем модуле выполнение каждого теплоконтактного соединения, при помощи которого коммутационная шина присоединена к теплообменной пластине, в виде слоя клеевого компаунда позволяет свести к минимуму тепловые сопротивления в зонах соединения слоя с коммутационной шиной и теплообменной пластиной, поскольку исключается образование воздушных прослоек, обладающих исключительно высокими тепловыми сопротивлениями. Выполнение теплоконтактного соединения в виде слоя клеевого компаунда, обладающего упругими свойствами, позволяет скомпенсировать термомеханические напряжения вследствие того, что при охлаждении или нагреве обеспечивается свободная деформация коммутационной шины в слое компаунда. Использование упругого компаунда позволяет при многократном термоциклировании по завершении каждого термоцикла восстанавливать первоначальную форму теплоконтактного соединения, что также

заявленном модуле каждая коммутационная шина присоединена к соответствующей теплообменной пластине при помощи упругого клеевого компаунда, при этом слой компаунда может быть сплошным и нанесенным на всю поверхность теплообменной пластины, к которой примыкают коммутационные шины, или каждая коммутационная шина может быть присоединена при помощи отдельной клеевой прослойки. В последнем случае соединения осуществляют с использованием трафарета и обеспечивается минимальная толщина слоев компаунда. В качестве клеевого упругого компаунда предпочтительно использовать высокотеплопроводную силиконовую резину, причем для повышения теплопроводности могут быть использованы ультрадисперсные порошки высокотеплопроводных материалов, таких как серебро, никель, кремний и т.п. В качестве упругого клеевого компаунда предпочтительно использовать также высокотеплопроводные вещества на силиконовой основе, а для повышения теплопроводности могут быть использованы указанные наполнители.

Предпочтительно толщину слоя компаунда теплоконтактных соединений выбирать в пределах 5 - 30 мкм, поскольку при толщине слоя менее 5 мкм не удается обеспечить надежное присоединение теплоконтактных соединений, распределенных по всей поверхности теплообменной пластины, а увеличение толщины свыше 30 мкм приводит к неоправданно высоким паразитным перепадам температур на слое компаунда практически без улучшения прочностных характеристик теплоконтактного слоя.

Предпочтительно при помощи теплоконтактных соединений, выполненных из упругого клеевого компаунда, присоединять коммутационные шины, расположенные на охлаждающей теплообменной пластине, так как при термоциклировании наибольшее изменение температур и соответственно термомеханические напряжения возникают именно в теплоконтактных соединениях, расположенных на охлаждающей пластине, в то время как теплоконтактные соединения, расположенные на теплоотводящей пластине, работают при незначительных изменениях температуры, поскольку для теплоотвода с них используются, как правило, специальные теплообменники, например вентиляторы или жидкостные теплообменники, обеспечивающие стабилизацию температуры теплоотводящей теплообменной пластины. При помощи теплоконтактного соединения, выполненного в виде слоя упругого клеевого компаунда, предпочтительно присоединять каждую коммутационную шину, входящую в состав модуля, так как при этом обеспечивается компенсация термомеханических напряжений в теплоконтактных соединениях, расположенных на теплоотводящей теплообменной пластине, даже без применения специальных теплосъемных устройств. При выполнении термоэлектрического охлаждающего модуля каскадным, в котором смежные термоэлектрические батареи расположены на

разделительной теплообменной пластины, предпочтительно все теплоконтактные соединения, расположенные на этой пластине, выполнять из упругого клеевого компаунда, что позволяет скомпенсировать все термомеханические напряжения, возникающие при последовательном изменении температурных режимов смежных каскадов, за счет свободной деформации каждой коммутационной шины в слое упругого клеевого компаунда.

На фиг. 1 показан термоэлектрический охлаждающий модуль, вид сбоку; на фиг. 2 - теплоконтактное соединение, при помощи которого коммутационная шина присоединена к теплообменной пластине; на фиг. 3 - термоэлектрический охлаждающий модуль, вид сбоку, в котором каждая коммутационная шина присоединена к теплообменной пластине при помощи теплоконтактного соединения; на фиг. 4 - каскадный термоэлектрический охлаждающий модуль, вид сбоку; на фиг. 5 - общий вид термоэлектрического охлаждающего модуля, аксонометрическая проекция.

Термоэлектрический охлаждающий модуль содержит полупроводниковые ветви 1 n-типа проводимости, полупроводниковые ветви 2 p-типа проводимости, коммутационные шины 3, паяные соединения 4 коммутационных шин, слой металлизации, присоединенные к теплоотводящей теплообменной пластине 5, теплоотводящая теплообменная пластина 6, охлаждающая теплообменная пластина 7, теплоконтактные соединения, выполненные в виде слоя, изготовленного из упругого клеевого компаунда 8, теплоконтактные соединения, расположенные на теплоотводящей теплообменной пластине 9, теплоконтактные соединения, расположенные на нижней поверхности разделительной теплообменной пластины 10, теплоконтактные соединения, расположенные на верхней поверхности разделительной теплообменной пластины 11, разделительная теплообменная пластина 12, термоэлектрическая батарея верхнего каскада 13, термоэлектрическая батарея нижнего каскада 14. Ветви 1 и 2 выполняют, как правило, из высокоэффективных полупроводниковых материалов, например из халькогенидов сурьмы или олова. Коммутационные шины 3 изготавливают из материалов (металлов), имеющих низкое электрическое сопротивление, обычно из меди, и присоединяют к торцевым поверхностям ветвей 1 и 2, которые, как правило, имеют форму параллелепипедов или цилиндров, при помощи пайки с использованием оловянных припоев. Теплообменные пластины 6, 7 и 12 (фиг. 1 и 4) выполняют из высокотеплопроводных изоляционных материалов, таких как окись бериллия, или окись алюминия, или из металла с оксидированным покрытием на поверхности, например из алюминия с покрытием из окиси алюминия. Теплоконтактные соединения 8, 9, 10 и 11 (фиг. 1-4) выполняют из упругого клеевого компаунда, например из герметика на кремний-органической основе типа "Эластосил 137-182", или из высокотеплопроводной силиконовой резины, например марки RTV, вулканизация которой

Толщину слоя компаунда 8 при присоединении коммутационной шины 3 к теплообменной пластине 7 выбирают в пределах $a = 5-30$ мкм (фиг. 2).

Термоэлектрический охлаждающий модуль работает следующим образом.

На внешней поверхности охлаждающей теплообменной пластины 7 размещают охлаждаемый объект (не показан), а на внешней поверхности теплоотводящей пластины 6 пристыковывают теплосъемное устройство (не показано). Источник постоянного тока (не показан) присоединяют к концевым коммутационным шинам модуля и пропускают постоянный ток через полупроводниковые ветви 1 и 2. Вследствие эффекта Пельтье на спаях ветвей 1 и 2 и коммутационных шин, расположенных на охлаждающей теплообменной пластине 7, происходит поглощение тепловой энергии и соответственно постепенно охлаждается до требуемой температуры объект, размещенный на внешней поверхности теплообменной пластины 7. На спаях ветвей 1 и 2 и коммутационных шин 3, расположенных на теплоотводящей теплообменной пластине 6, происходит выделение тепловой энергии, которая затем отводится с внешней поверхности теплообменной пластины 6 теплосъемником. В процессе охлаждения возникают термомеханические напряжения в контактных теплопереходах модуля, которые компенсируются упругим слоем компаунда, из которого изготовлены теплоконтактные соединения 8. После выхода на заданный температурный режим объект выдерживают требуемое время и затем отключают источник постоянного тока, пропускаемого через ветви 1 и 2. При этом происходит нагрев охлаждающей теплообменной пластины 7 и расположенных на ней теплоконтактных соединений, а возникающие при этом термомеханические напряжения вновь компенсируются упругим слоем теплоконтактных соединений 8.

В сравнении с известным предлагаемый термоэлектрический модуль обладает повышенной надежностью при эксплуатации в условиях многократного термоциклирования. Так, при испытаниях, в которых при термоциклировании перепад температур составляет 50°C , известный модуль выдерживал не более 600 термоциклов (нагрев-охлаждение), после чего его характеристики, например внутреннее

допустимые пределы, а предлагаемый модуль выдерживал более 10000 термоциклов и его характеристики оставались в допустимых пределах.

Предлагаемый термоэлектрический охлаждающий модуль лучше переносит ударные и вибрационные нагрузки, благодаря упругим свойствам материала теплоконтактных соединений. Кроме того, стоимость предлагаемого термоэлектрического охлаждающего модуля на 5% ниже стоимости известного модуля вследствие того, что в предлагаемом модуле присоединение коммутационных шин к теплообменной пластине происходит с использованием более простых операций.

Источники информации.

1. Патент США N 3616870, кл. 136-204, опублик 1968.

2. Патент США N 4687879, кл. 136-212, опублик 1987.

3. Патент США N 5171372, кл. H 01 L 35/28, опублик 1992, прототип.

Формула изобретения:

1. Термоэлектрический охлаждающий модуль, содержащий полупроводниковые ветви n- и p-типов проводимости, соединенные коммутационными шинами, которые присоединены соответственно к охлаждающей и теплоотводящей теплообменным пластинкам, отличающийся тем, что каждая из коммутационных шин, расположенных по крайней мере на одной из теплообменных пластин, присоединена к ней посредством теплоконтактного соединения, выполненного в виде слоя упругого клеевого компаунда из высокотеплопроводного вещества на силиконовой основе, толщина которого составляет 5 - 30 мкм.

2. Модуль по п.1, отличающийся тем, что компаунд выполнен из высокотеплопроводной силиконовой резины.

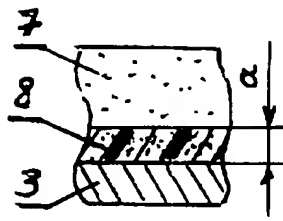
3. Модуль по п.1, отличающийся тем, что коммутационные шины, расположенные на охлаждающей теплообменной пластине, присоединены к ней при помощи теплоконтактных соединений.

4. Модуль по п.1, отличающийся тем, что каждая коммутационная шина, входящая в состав модуля, присоединена к соответствующей теплообменной пластине посредством теплоконтактного соединения.

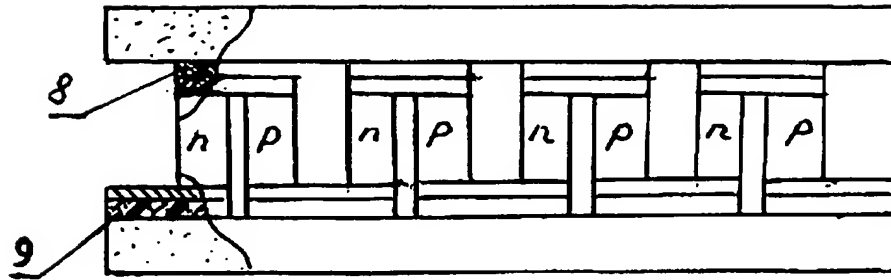
5. Модуль по п.6, отличающийся тем, что модуль выполнен каскадным и состоит из термоэлектрических батарей, разделенных теплообменными пластинами.

55

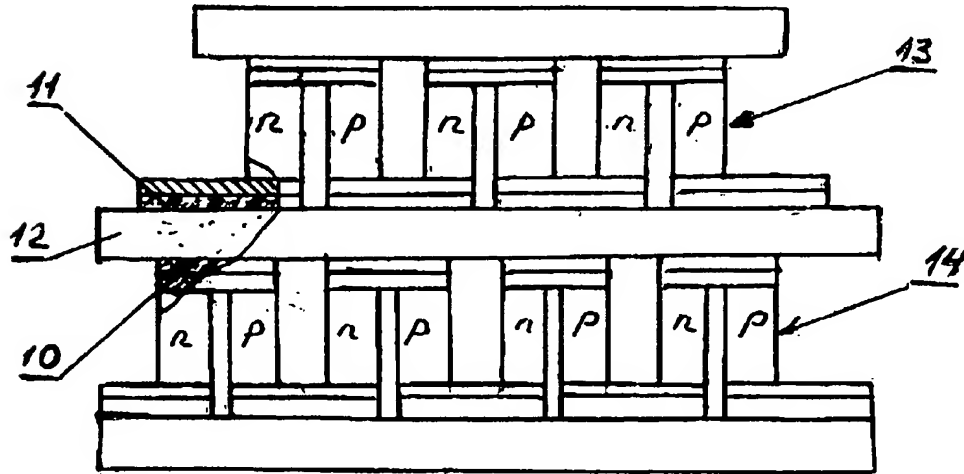
60



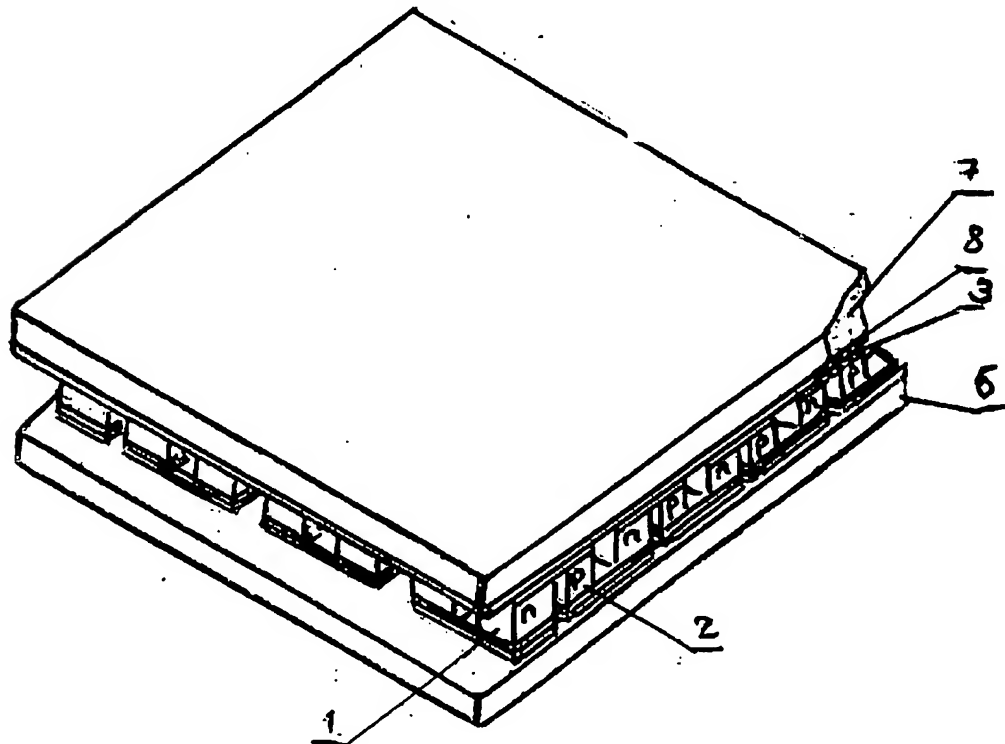
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5